N°21 - SEPTEMBRE 2008

INERIS

LE MAGAZINE DE L'INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

Dossier p. 7

Transition énergétique

ACCOMPAGNER LA RECHERCHE ET L'INNOVATION







Essentielle à notre mode de vie, l'énergie constitue l'un des enjeux majeurs de ce XXIe siècle. En effet, les impacts d'une consommation énergétique exponentielle et l'épuisement annoncé des réserves de combustibles fossiles rendent de plus en plus manifeste la nécessité de repenser notre système énergétique. Une véritable mutation est en marche dont la réussite dépend de notre capacité à l'anticiper. C'est pourquoi, il convient dès aujourd'hui de définir les orientations technologiques qui détermineront le choix des filières énergétiques sûres, efficaces, compétitives et compatibles avec un développement durable. Cela exige des efforts de recherche et d'innovation intenses, deux priorités qui ont fait l'objet de recommandations à l'issue des travaux du Groupe 1 « Lutter contre les changements climatiques et maîtriser la demande d'énergie » et du Comité Opérationnel Recherche, mis en place dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. Au registre des solutions alternatives, plusieurs pistes prometteuses focalisent les recherches menées par l'INERIS. C'est le cas notamment des biocarburants, du couple hydrogène/pile à combustible ou des nouvelles générations de batteries dont nous présentons, dans ce numéro du Magazine INERIS, l'état des connaissances. Bien sûr, ces filières sont encore à des stades de développement plus ou moins avancés, mais la démonstration de leur maturité technologique et de leur rentabilité économique ne suffira pas à assurer leur déploiement à grande échelle. Leur avenir passe nécessairement par l'identification et la maîtrise des risques qui y sont associés, condition *sine qua non* de leur acceptation par le public. Les programmes d'étude et de recherche que nous menons, en partenariat avec les acteurs de ces filières, mettent en œuvre une approche pluridisciplinaire et globale afin d'évaluer et de prendre en compte de façon précoce les risques potentiels. Une autre caractéristique de notre Institut est son ouverture sur la société civile, signe de notre volonté de transparence et de dialogue. Deux principes sur lesquels il faudra s'appuyer pour garantir la nécessaire implication des citoyens dans les choix énergétiques de demain.

Yann Macé
Directeur des Risques Accidentels

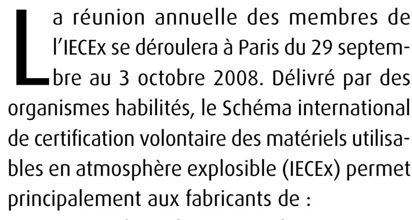
BRÈVES

Un nouvel élan pour **le PNRI**

Afin de favoriser une meilleure structuration de ses activités de recherche et de transfert technologique, le Pôle National des Risques Industriels a signé une convention de Partenariat Recherche associant huit organismes dont l'INERIS (*). L'objectif, pour ce Pôle basé à Bourges, est de faire émerger des projets communs en s'appuyant sur les compétences synergiques de différents partenaires, reconnus dans le domaine de la maîtrise des risques industriels. Parmi les axes de travail figurent notamment l'étude des phénomènes d'explosion et d'incendie, les recherches sur l'hydrogène vecteur d'énergie, la sûreté de fonctionnement et la gestion de crise. Créé en 1998, sur décision du CIADT, le PNRI a contribué à l'essor, dans la Région de Bourges, de plusieurs structures et filières dédiées aux risques industriels et à leur prévention. De son côté, l'INERIS y dispose depuis 8 ans, d'un laboratoire commun avec l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs (ENSIB), spécialisé dans la modélisation des conséquences des explosions sur les structures. Porté par le PNRI, ce dynamisme régional est plus que jamais propice à conforter le rôle d'un pôle technologique sur la maîtrise des risques industriels, dont le rayonnement pourrait dépasser le cadre national.

(*) INERIS, IRSN, École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges, École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique de Poitiers, Université de Poitiers, Université d'Orléans, CEA/Direction des applications militaires/Établissement Technique de Bourges (Centre d'essais et d'expertises de la Direction Générale pour l'Armement).

L'IECEx à Paris



La réunion annuelle des membres de l'IECEx se déroulera à Paris du 29 septembre au 3 octobre 2008. Délivré par des organismes habilités, le Schéma international de certification volontaire des matériels utilisables en atmosphère explosible (IECEx) permet principalement aux fabricants de :

- commercialiser des matériels Ex sans certification locale en Australie et Nouvelle-Zélande ;
- obtenir la certification européenne ATEX ;
- faciliter la délivrance des certifications nationales des pays membres de l'IECEx.

L'INERIS qui a été reconnu par l'IECEx comme organisme de certification et laboratoire d'essais en 2005, est membre du comité organisateur de la réunion de Paris.
Cette réunion s'accompagne d'un symposium industriel ouvert à tous*. À cette occasion, l'INERIS organisera les 25 et 26 septembre la réunion de travail des membres du projet de norme internationale relative à la définition des exigences du système qualité pour la fabrication de matériels utilisables dans les atmosphères explosibles. Elle répond aux exigences de la norme européenne ATEX 94/9/CE et à celles de l'IECEx.

* Le bulletin d'inscription et le programme sont disponibles sur www.ineris.fr

Les sciences dans la ville

Dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne, l'édition 2008 de la Fête de la Science sera inaugurée par la Ville européenne des sciences, qui se tiendra au Grand Palais à Paris, du 14 au 16 novembre. Cet événement exceptionnel permettra aux visiteurs de découvrir, au gré des places et des rues de la Ville européenne, plus de 70 «espaces projets» présentant de manière concrète et accessible à tous les travaux des équipes de recherche et les innovations qui en découlent. L'INERIS, en partenariat avec DIGITEO et le Triangle de la Physique, invite le public à franchir les portes d'une Maison des Nanotechnologies, reconvertie en un vaste espace d'exposition, d'animations et d'échanges avec les scientifiques, sur le thème des nanotechnologies et des grands systèmes au quotidien. Le parcours est divisé en quatre étapes : caractérisation et mesure des nanoparticules, intégration des nanoparticules dans les objets usuels, définition du risque émergent et évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des nanoparticules, nanotechnologies et grands systèmes avec l'exemple de la voiture de demain.

Maison des Nanotechnologies
Stand N°52, Grand Palais, avenue Winston-Churchill, Paris 75008. Infos sur **www.ineris.fr.**



Impulser le développement **d'une chimie verte**

Quatre unités de recherche de l'INERIS ont rejoint le réseau ERICHE (Evaluer et réduire l'impact de la chimie sur l'environnement) dont l'Institut est l'un des trois animateurs. Regroupant une cinquantaine d'équipes (CNRS, Inserm, INRA, Cemagref, CEA, IRSN...) ERICHE est l'une des quatre plateformes mises en place en 2007 par le programme interdisciplinaire "Chimie Pour le Développement Durable". Piloté par le CNRS, ce dernier a pour objectif de fédérer toutes les disciplines autour d'une chimie "pensée autrement".

Dans ce cadre, ERICHE initiera des programmes de recherche multidisciplinaires intégrant les approches analytiques, toxicologiques et écotoxicologiques afin de proposer de nouvelles méthodologies pour mieux prédire le devenir et évaluer l'impact des substances chimiques dans les milieux biologiques et environnementaux.
L'objectif est de fournir les outils qui permettront d'intégrer les critères de développement durable dès la phase de conception d'un procédé chimique ou du développement d'une substance.

Évaluer l'impact **environnemental** des substances chimiques, un enjeu majeur.

Une réflexion **commune**

Depuis deux ans, cinq établissements publics (AFSSET, INERIS, INRETS, InVS et IRSN) ont engagé une réflexion commune portant sur le rôle, les missions et les valeurs d'institutions publiques dans le cadre d'une démarche d'ouverture à la société des processus d'expertise. Cette réflexion s'inscrit dans le contexte de l'évolution des modes de gouvernance en réponse aux exigences de transparence et de démocratisation concernant les activités et situations à risques pour l'homme et l'environnement. Elle fait écho également aux conclusions du Grenelle de l'Environnement en faveur d'un processus de décision plus ouvert et pluraliste. Le 23 juin dernier, les propositions issues des trois Groupes de travail inter-instituts (*), mis en place fin 2006, ont été présentées et débattues à l'occasion d'un colloque réunissant différentes parties prenantes (associations, élus, acteurs locaux des CLIC et CLI, autorités, autres instituts de recherche et d'expertise, partenaires sociaux, industriels...). Ces Groupes de travail avaient pour mission respective : de définir des valeurs partagées en matière de gouvernance participative des activités à risques ; de proposer des stratégies interne et externe à même de favoriser la démarche d'ouverture ainsi que les outils adaptés ; d'identifier les enjeux et les modalités d'ouverture de l'expertise dans un domaine spécifique (les impacts sanitaires des risques diffus).

(*) Groupes constitués de 5 à 10 participants, représentant les cinq instituts. L'INERIS est, en outre, responsable de l'animation du Groupe 2 sur les stratégies et les outils de l'ouverture de l'expertise.

La sécurité de l'hydrogène sous tous ses aspects



Fortement impliqué dans la recherche sur les développements et la sécurité de l'hydrogène énergie, l'INERIS a organisé le 26 juin 2008 une journée consacrée à cette thématique en collaboration avec l'Association Française de l'Hydrogène (AFH²). L'objet de cette rencontre était de présenter les problèmes de sécurité liés à l'utilisation de l'hydrogène, d'identifier les actions à mettre en œuvre pour sécuriser un système fonctionnant à l'hydrogène et de faire émerger les attentes des industriels dans ce domaine.

Les 36 participants (producteurs d'hydrogène, fabricants et installateurs de systèmes, constructeurs automobiles, bureaux d'études...) ont assisté à des conférences et des tables rondes. Elles portaient sur les enjeux de la sécurité pour le développement des systèmes hydrogène ; les différents aspects de l'analyse et de l'évaluation des risques fondés sur les résultats de programmes de recherche appliquée auxquels participe l'INERIS ; et l'état de la réglementation et de la normalisation. Les moyens d'essai dont dispose l'Institut ainsi que la future plateforme expérimentale de Rouvroy-les-Merles (projet CERTES) ont fait l'objet de présentations orales, illustrées par une démonstration, en vraie grandeur, de l'inflammation d'une nappe d'hydrogène.

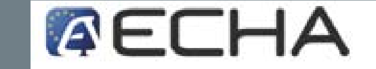


Signature d'un accord entre l'INERIS et l'ONEMA



L'INERIS et l'ONEMA ont signé un accord-cadre le 19 mai 2008 pour engager des actions communes de recherche et d'expertise en matière de lutte contre les pollutions chimiques dans les milieux aquatiques. L'axe de collaboration concerne le suivi de la qualité des eaux (enjeu majeur de la directive-cadre eau). Ce suivi permettra de dresser un bilan complet des eaux en Europe pour atteindre d'ici 2015 le bon état de toutes les masses d'eau (cours d'eau, lacs, eaux côtières, eaux souterraines). Cet objectif passe par la définition et l'harmonisation des normes de qualité environnementale, exprimées sous la forme de concentrations maximales de polluants admissibles. L'INERIS proposera 80 normes de qualité en 2008 et maintiendra une base de données sur les constantes écotoxicologiques de 600 substances. L'accord concerne aussi la prédiction de l'impact sur le milieu d'une substance chimique. La qualité métrologique et la pertinence des données est un autre enjeu qui nécessite de progresser dans la mesure des polluants émergents. Cette problématique est au cœur du réseau européen NORMAN piloté par l'INERIS et auquel sera associé l'ONEMA. Elle constitue aussi l'une des priorités du consortium AQUAREF qui réunit, sous la coordination de l'INERIS, l'Ifremer, le BRGM, le LNE et le Cemagref. Le partenariat INERIS/ONEMA met également l'accent sur le développement de la modélisation environnementale, afin de prévoir les concentrations attendues dans les milieux, et la validation de biomarqueurs.

REACh



Le pré-enregistrement a démarré

L'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA), basée à Helsinski, a été officiellement inaugurée le 3 juin 2008 par José Manuel Barroso, Président de la Commission européenne et Günter Verheugen, Vice-président. Créée il y a juste un an, l'ECHA a pour mission de gérer les processus d'enregistrement, d'évaluation, d'autorisation et de restrictions relatifs aux substances chimiques afin d'assurer l'harmonisation au niveau de l'UE.

L'ECHA est aujourd'hui opérationnelle pour traiter les dossiers. En effet, depuis le 1er juin 2008, toutes les substances chimiques fabriquées ou importées à des quantités supérieures à une tonne par an doivent être enregistrées, sauf si le déclarant procède au pré-enregistrement entre le 1er juin et le 1er décembre 2008.

Ce pré-enregistrement consiste à fournir à l'ECHA des informations limitées relatives à l'identification de la substance et de l'entreprise afin de pouvoir bénéficier des délais d'enregistrement, pouvant aller jusqu'en 2018.

L'Agence met à disposition sur son site Internet (http://echa.europa.eu/) plusieurs guides techniques, et a développé le module REACH-IT qui permet la soumission des dossiers par voie électronique.

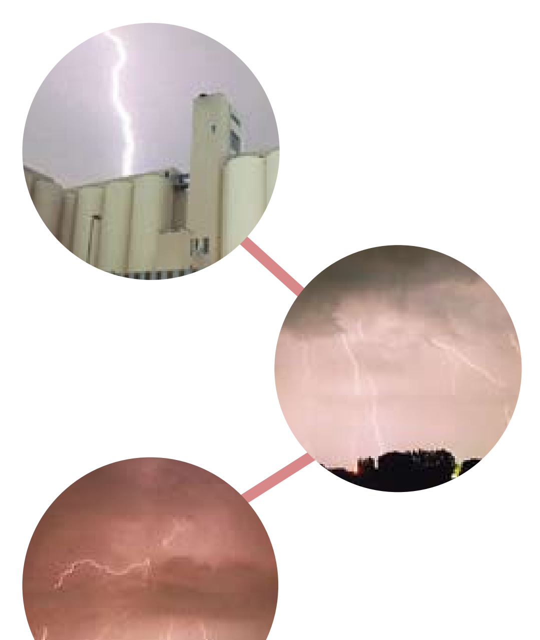
Dès le 1er janvier 2009, elle rendra accessible la liste de toutes les substances pré-enregistrées. Par ailleurs, des forums d'échanges d'information sur les substances vont contribuer à la mutualisation des études et donc à une réduction des coûts et des essais sur les animaux.

En France, un service national d'assistance aux entreprises ou « helpdesk » , géré par le Bureau d'Évaluation des Risques des Produits et agents Chimiques (BERPC), a été mis en place depuis le 1er juin 2007. Des informations générales et techniques sont disponibles sur www.reach-info.fr. Constitué d'experts de l'INERIS et de l'INRS, le BERPC a été désigné « opérateur de l'expertise scientifique » et conduit les travaux d'évaluation des substances dont l'instruction est confiée à la France. Annick Pichard, Directrice adjointe du BERPC, est membre du Comité d'Evaluation des Risques de l'ECHA.

Comparaisons interlaboratoires

L'INERIS est à l'initiative d'une campagne d'essais interlaboratoires dont l'objectif est d'examiner la faisabilité d'utiliser de l'huile végétale en remplacement du dibutylphthalate (DBP), employé pour la réalisation des tests de Koenen. Cette méthode d'épreuve, qui permet d'évaluer la sensibilité d'une substance ou d'une préparation aux effets thermiques et mécaniques, est préconisée pour le classement des substances dans le cadre des réglementations internationales sur le transport des matières dangereuses, lesquelles sont basées sur les recommandations de l'ONU (Livre Orange). Clairement actée dans le règlement REACH, la recherche de produits de substitution est une priorité tout particulièrement pour les agents classés CMR (Cancérigène Mutagène Reprotoxique) dont fait partie le DBP. Son remplacement par de l'huile végétale, dans les tests de Koenen, semble constituer une alternative pertinente. C'est en tout cas ce que cherchent à valider les 18 laboratoires internationaux qui participent à la campagne d'intercomparaison pilotée par l'INERIS. Les résultats, qui seront consolidés avant la fin de l'année, permettront d'apporter des éléments novateurs pour proposer à l'ONU un changement de produit, et envisager ainsi une révision des procédures d'essais en vigueur.





Une nouvelle réglementation pour le risque foudre

Instituée en 1993, la réglementation relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées soumises à autorisation a été abrogée et remplacée, depuis le 24 août dernier, par l'arrêté du 15 janvier 2008. Les exploitants des sites concernés sont désormais tenus de faire procéder à une analyse du risque foudre (ARF) pour identifier les équipements et installations devant être protégés et définir le niveau de protection (norme NF EN 62305-2).
Si des risques sont mis en évidence, l'ARF sera suivie d'une étude technique définissant les mesures de prévention, les dispositifs de protection, leur localisation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance. L'ARF, l'étude technique, l'installation et les vérifications, devront être réalisées par des personnes et des entreprises titulaires d'une attestation de qualification. Celle-ci devra avoir été délivrée par un organisme indépendant selon un référentiel, tel que Qualifoudre. Ce label créé en 2004 par l'INERIS, garantit les compétences des professionnels intervenant dans le domaine de la foudre. La liste des sociétés labellisées Qualifoudre est consultable sur **www.qualifoudre.org**

L'INERIS et l'AFSSET renouvellent leur accord de coopération

Premier organisme à avoir signé une convention de coopération avec l'AFSSET en juin 2004, l'INERIS vient de renouveler ce partenariat. L'objet du texte, cosigné par les deux directions, est de définir la nature et les modalités de travail et d'échanges entre les deux organismes dans le respect de l'indépendance de jugement et des règles déontologiques applicables aux activités de recherche et d'expertise.
Au titre de cette convention, l'INERIS met à la disposition de l'AFSSET ses compétences dans les domaines de la métrologie de l'environnement (eau, air, sols), la modélisation des transferts de polluants, la toxicologie et l'écotoxicologie. Le périmètre concerné inclut également l'évaluation des risques pour la sécurité de l'environnement, l'appui à la gestion de crise en cas de pollutions accidentelles ou chroniques et les effets sanitaires des rayonnements non-ionisants.



Recherche et innovation sur les phytotechnologies

Acteur majeur du réseau européen COST 859 (*), l'INERIS accueillera, du 15 au 17 octobre 2008, à Verneuil-en-Halatte (60), le colloque **« Integration and application of phytotechnologies »**. Plus de 70 participants, représentant 28 pays européens, sont attendus pour faire le point sur les avancées scientifiques et techniques dans le domaine des phytotechnologies et de leur transfert technologique.
Utilisables dans les stratégies de dépollution et de réhabilitation des sites contaminés par les éléments traces métalliques, les polluants organiques et les radionucléides, les phytotechnologies constituent une orientation prometteuse dans un contexte de recherche de solutions vertes et durablement viables. Toutefois, des difficultés subsistent pour assurer l'accès au marché de ces technologies innovantes de remédiation. Ce colloque sera l'occasion d'identifier les limitations responsables de ce faible transfert technologique qui résident notamment dans l'absence de filière de valorisation de la biomasse contaminée, issue des phytotechnologies.
Le 16 octobre sera consacré à la visite de sites contaminés et phytoremédiés en Région Nord-Pas-de-Calais.
Pour en savoir plus :
http://w3.gre.ac.uk/cost859

(*) COST 859 « Phytotechnologies to promote sustainable land use and improve food safety » est l'une des actions du réseau européen COST qui permet aux instituts de recherche, aux universités et aux entreprises de collaborer dans un large éventail d'activités relevant de la recherche fondamentale et précompétitive.

L'INERIS chef de file du programme NANOFEU

Le programme de recherche NANOFEU, dont l'INERIS assure la coordination, est entré dans sa phase opérationnelle avec la mise en ligne en juin dernier d'un site Internet dédié (http://www.ineris.fr/nanofeu). D'une durée de trois ans, ce programme soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche, associe cinq partenaires : INERIS, Laboratoire national de métrologie et d'essais, Ecole des Mines d'Alès, Institut Supérieur des Matériaux et Mécaniques Avancés et PlasticsEurope France.

Dans un contexte industriel, caractérisé par l'émergence de produits à base de nanoparticules, NANOFEU a pour objectif d'étudier la réaction au feu de matériaux polymères incorporant des nanoparticules (ou nanocharges). Cette combinaison permet en effet d'augmenter de manière substantielle les propriétés mécaniques et thermiques des polymères et constitue de ce fait une alternative aux systèmes d'ignifugation usuellement employés. Les partenaires de NANOFEU s'attacheront à développer une méthodologie afin d'améliorer la connaissance des mécanismes selon lesquels les nanocharges influent sur la dégradation thermique et la combustion des polymères. Un inventaire des risques inhérents à l'utilisation de tels matériaux polymères sera établi afin d'en réduire voire d'en éliminer les effets.



Dernières minutes

ATEX DVD trilingue
Le film "les bases de la combustion et de l'explosion" est désormais disponible en version DVD trilingue français/anglais/espagnol, un plus pour accompagner le déploiement des mesures ATEX au sein des groupes internationaux ou dans les filiales étrangères.

Rapport annuel 2007
Témoin de la contribution de l'INERIS pour la maîtrise des risques, connus ou émergents, en faveur d'un développement durable, le Rapport Annuel édition 2007 est paru. Il est consultable en intégralité sur www.ineris.fr et peut être envoyé sur demande auprès de estelle.richet@ineris.fr ou au 03 44 55 64 37.

La Formation en un clic
Nouvelle ergonomie et fonctionnalités revisitées pour la rubrique « Formations » du site Internet de l'INERIS. Plus de 60 stages sont ainsi détaillés avec la possibilité de s'inscrire en ligne aux sessions de son choix.

Données toxicologiques et environnementales
70 fiches de données toxicologiques et environnementales sont téléchargeables à partir du site Internet de l'INERIS. Les dernières mises à jour ont concernées les substances suivantes : Styrène, Acétaldéhyde, Hexachlorobenzène, Sélénium et ses composés et Chlordane. Par ailleurs, cinq nouveaux rapports de seuils de toxicité aigüe (Acroléine, Phénol, Méthanol, Bioxyde de chlore, Oxyde d'éthylène) sont venus s'ajouter aux 22 déjà en ligne.

Agenda

JOURNÉES TECHNIQUES/ COLLOQUES

Les collectivités locales face au risque « cavités souterraines »
8 et 9 octobre 2008, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (75003)
Depuis une dizaine d'années, l'INERIS, en appui technique au MEEDDAT améliore la connaissance des risques d'effondrement liés aux cavités souterraines. Il propose aux collectivités locales deux journées pour mieux comprendre les phénomènes d'instabilité et en saisir les enjeux. Le programme s'articule autour de quatre sessions : Aléas de mouvements de terrains, Responsabilités et information ; Gestion et surveillance ; Bases de données et retour d'expérience.
Contact : Christelle Tribolet (INERIS)
Tél. : 03 44 55 62 54 / christelle.tribolet@ineris.fr

Colloque PNETOX « Ecotoxicologie terrestre et aquatique : de la recherche à la gestion des milieux »
13 et 14 octobre 2008, Lille Grand Palais
Organisé par le MEEDDAT, avec l'appui de l'INERIS, ce colloque a pour objectif de restituer les résultats des recherches finalisées à une large communauté d'utilisateurs (Agence de l'Eau, Ademe, DRIRE, DIREN, Chambres d'agriculture, etc.) mais également de permettre à ces utilisateurs d'engager des discussions avec les chercheurs du domaine de l'Ecotoxicologie autour des travaux menés depuis 2000 dans le cadre de ce programme national de recherche.
Contact : Vanessa Veg (INERIS)
Tél. : 03 44 55 67 16 / vanessa.veg@ineris.fr

Assises nationales des risques technologiques
16 octobre 2008, Douai
Ces assises permettent aux différents acteurs de la prévention et de la maîtrise des risques de se tenir informés, de débattre et de créer une culture commune autour de ces domaines. Plus de 1 200 participants sont attendus pour cette 3e édition.
En savoir plus sur www.assises-risques.com

SETAC Europe
Special Science Symposium
23 et 24 octobre 2008, Bruxelles
Integrated Testing Strategies for REACH: from Science to practical Implementation.
En savoir plus sur http://reach.setac.eu/reach/

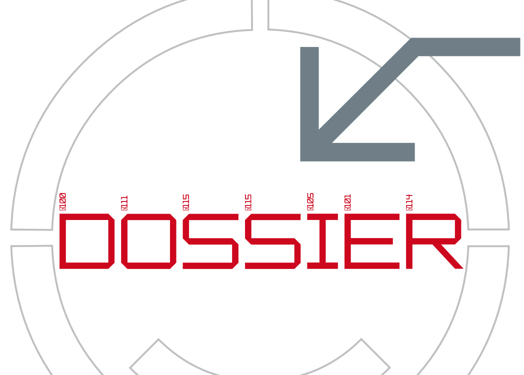
SALONS/MANIFESTATIONS

Congrès SIM
Du 15 au 17 octobre 2008, Limoges
Le congrès de la Société de l'Industrie Minérale réunit les responsables d'exploitations des mines, carrières, cimenteries, minéraux industriels et plateformes de recyclage.
Programme complet sur www.lasim.org

POLLUTEC
Du 2 au 5 décembre 2008, Lyon Eurexpo



Salon mondial de référence pour les professionnels de l'Environnement, Pollutec Lyon réunira pendant 4 jours toutes les techniques de prévention et de traitement des pollutions et plus généralement de préservation de l'environnement et de mise en œuvre du développement durable. Présent sur le stand n°70 allée BA Hall 6, l'INERIS proposera parallèlement des ateliers thématiques, sur inscription, portant sur la réglementation ATEX, REACH, le management de la sécurité, les meilleures techniques disponibles.
Contact : Aurélie Prévot (INERIS)
Tél. : 03 44 55 63 01 / aurelie.prevot@ineris.fr



TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Accompagner la recherche

ET L'INNOVATION

SOMMAIRE

NOUVELLES ÉNERGIES ET SÉCURITÉ

L'impact des gaz à effet de serre sur l'évolution climatique ne fait plus de doute pour la communauté scientifique. Les principaux secteurs responsables du réchauffement sont les transports et la production d'électricité dans les centrales à charbon, en forte croissance dans certains pays comme la Chine.

Parallèlement, les prévisions récentes renforcent la perspective d'un épuisement des réserves de combustibles fossiles – qui représentent les 4/5e de nos sources d'énergie – au cours du siècle actuel. Pour l'Académie des Sciences* « c'est dans les transports que les économies seront les plus difficiles ». Ce secteur absorbe 70 % des produits pétroliers dans les pays industrialisés et 50 % dans les pays en développement. Or, selon le rapport du Département de l'énergie des États-Unis (DOE), le domaine des transports verra ses besoins augmenter de près de 50 % d'ici 2030. En Chine, la demande serait multipliée par trois et en Inde par deux. Ces prévisions indiquent clairement qu'une mutation rapide vers d'autres sources d'énergie est impérative pour maintenir les modèles d'activité économique et nos modes de vie dans leurs configurations actuelles. Trois technologies concentrent aujourd'hui l'effort de recherche engagé pour favoriser cette rupture : les biocarburants produits à partir de ressources renouvelables, l'hydrogène vecteur d'énergie et les systèmes électriques embarqués.

Le développement à grande échelle de ces deux dernières technologies passe par la mise au point de systèmes fiables, dotés de capacités suffisantes pour assurer une autonomie compatible avec un usage mobile et des performances correspondant à l'attente des utilisateurs. Si les vitesses atteintes par les véhicules à moteur électrique sont équivalentes à celles des véhicules à moteur thermique, leur autonomie (de l'ordre de 100 km pour 100 kg de batteries en moyenne) demeure trop réduite pour les concurrencer en dehors d'un usage urbain, voire semi-urbain. L'avenir de cette technologie passe par l'optimisation du compromis entre différents paramètres : temps de charge, densité de puissance, durée de vie, coût, rapport poids/volume et capacité de stockage.

Une plateforme d'expérimentation pour la sécurité des batteries

Ce sont les accumulateurs rechargeables au lithium-ion (ou lithium-graphite) qui focalisent actuellement l'intérêt des constructeurs et des chercheurs en raison de leur importante densité énergétique (150 Wh/kg) et de leur puissance. Cette technologie est elle-même concurrencée par les batteries NI-MH (Nickel Metal Hydrure) utilisées dans des voitures à propulsion hybride et surtout les batteries LMP (Lithium Metal Polymère) développées par la société française Batscap. Outre leur forte densité énergétique, les batteries Li-ion se caractérisent par une absence d'effet mémoire, un taux d'auto-décharge très faible (5 à 10 % par mois) mais un coût de fabrication élevé, une durée de vie limitée et un niveau de sécurité relatif qui impose l'intégration d'un dispositif de protection dans chaque élément constitutif de la batterie.

Les espoirs placés dans les véhicules électriques se mesurent à l'aune du nombre de projets, de prototypes, d'associations entre fabricants de batteries et constructeurs d'automobiles et d'annonces de commercialisation prochaines de nouveaux modèles. Ce foisonnement met en exergue le regain d'intérêt pour ce type de propulsion de la part des industriels, après une première mobilisation il y a une dizaine d'années, mais souligne la maturité encore juvénile d'une technologie qui fait l'objet de nombreuses recherches.

L'INERIS participe pour sa part au projet Batterynanosafe, un programme de recherche sur la sécurité des nouvelles générations de batteries lithium-ion incorporant des nanomatériaux, conduit en partenariat avec le LRCS/Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides (CNRS/UPJV Amiens). *« Les recherches actuelles portent essentiellement sur les matériaux polyanioniques et nanoparticulaires constitutifs des électrodes et de l'électrolyte, indique Alexandra Paillart, ingénieur à la Direction des Risques accidentels. Plus largement, la technologie lithium-ion, aussi prometteuse soit-elle, pose encore des problèmes de sécurité et de fiabilité alors qu'il n'existe aucune nomenclature internationale applicable aux batteries à usage mobile. Or, les accumulateurs au lithium sont sensibles au phénomène d'emballement thermique qui peut provoquer des risques d'explosion, de projection, de fuites d'électrolyte, de dégagement toxique de gaz et/ou de vapeurs inflammables. »*

Face à l'attente des industriels, le LRCS et l'INERIS ont pris l'initiative de créer une plateforme d'expérimentation consacrée à la sécurité des batteries au lithium en mettant en commun leurs moyens d'essais des composants (laboratoires de calorimétrie, laboratoires d'analyse des gaz et des particules) et des batteries complètes (structures d'essais en grand). Ils se sont également donné pour mission de proposer un cadre réglementaire et normatif définissant les protocoles d'essais de sécurité des batteries de grande capacité, dans leur configuration complète et dans leur environnement. Cette plateforme a vocation à intégrer le réseau européen ALISTORE-ERI (European Research Institute) présenté à Barcelone les 17 et 18 décembre 2007. Ce réseau, qui rassemble 14 partenaires (laboratoires de recherche, centres d'expertise et industriels), a pour objectif de développer une stratégie de recherche commune sur les systèmes de stockage de l'énergie au lithium.

De nombreuses recherches sur l'hydrogène vecteur d'énergie

Sortir du cycle du carbone conduit également à s'intéresser aux technologies de l'hydrogène vecteur d'énergie et de la pile à combustible (PAC) dont l'utilisation présente l'avantage de n'émettre ni polluants ni gaz à effet de serre. Bien qu'il soit l'élément naturel le plus abondant sur Terre, l'hydrogène n'est pas disponible en l'état. Il doit être isolé et produit à partir de

| SUITE PAGE 10 |

* « Énergies 2007-2050, les choix et les pièges ».

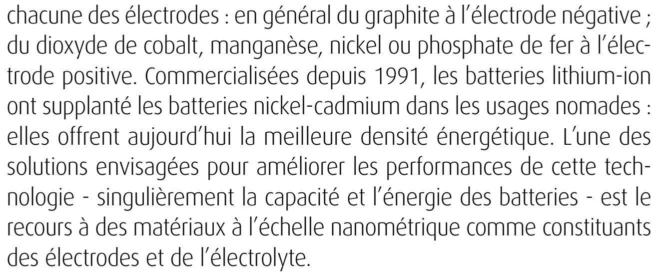
| L'INERIS PARTENAIRE DU PROJET HELIOS |

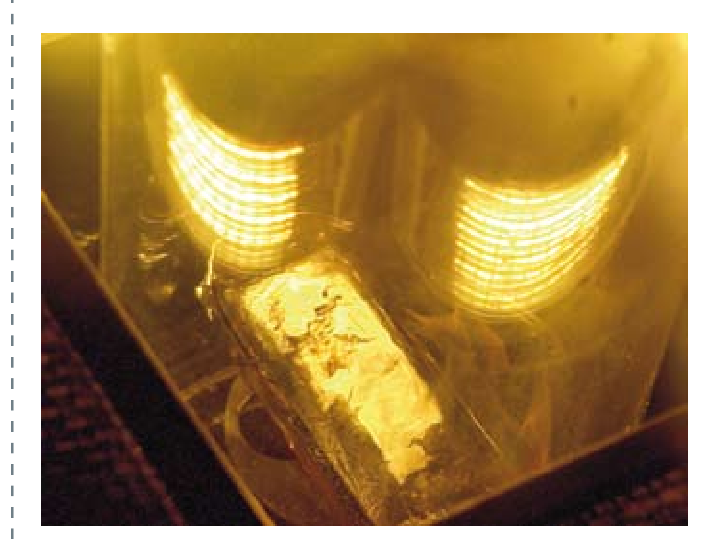
Six constructeurs automobiles (Renault, PSA, Ford, Opel, Fiat, Volvo) se sont associés à des centres d'expertise et de recherche (INERIS, EDF, CEA, LRCS, ENEA, Uppsala University,...) et un fabricant de batteries (SAFT) pour soumettre à la Commission européenne le projet HELIOS (High Energy Lithium-Ion Storage) dans le cadre du 7e PCRDT.

Les 17 partenaires ont pour objectif d'améliorer les performances, la fiabilité et la sécurité des batteries à haute énergie destinées aux véhicules électriques de série. Dans ce contexte, l'INERIS sera chargé de conduire les travaux liés à l'évaluation de la sécurité de ces batteries. Les essais de sécurité porteront sur le comportement des batteries soumises à des agressions d'ordre électrique, mécanique et thermique. Les essais seront menés à plusieurs échelles, allant du laboratoire à la grandeur réelle. Ils donneront lieu à des recommandations relatives à la conception de la sécurité des équipements de stockage de l'énergie électrique utilisant la technologie lithium-ion.

Alexandra Paillart,
Unité Procédés et Énergies propres et sûrs

« GARANTIR LA SÉCURITÉ DES FUTURES BATTERIES LI-ION INTÉGRANT DES NANOMATÉRIAUX »









À l'intérieur des batteries rechargeables au lithium-ion, le lithium est maintenu à l'état ionique par l'utilisation d'un composé d'insertion à chacune des électrodes : en général du graphite à l'électrode négative ; du dioxyde de cobalt, manganèse, nickel ou phosphate de fer à l'électrode positive. Commercialisées depuis 1991, les batteries lithium-ion ont supplanté les batteries nickel-cadmium dans les usages nomades : elles offrent aujourd'hui la meilleure densité énergétique. L'une des solutions envisagées pour améliorer les performances de cette technologie - singulièrement la capacité et l'énergie des batteries - est le recours à des matériaux à l'échelle nanométrique comme constituants des électrodes et de l'électrolyte.

Les familles de nanocomposites les plus couramment étudiées pour les électrodes sont la phospho-olivine de fer, le vanadate, les borates, les oxydes de fer, les dioxydes de titane et les oxydes de cobalt. Le remplacement du graphite par un oxyde de titane permet par exemple de charger à 70 % une batterie en 3 minutes au lieu d'une heure pour une batterie au lithium-ion actuelle. Des chercheurs de l'Université de Stanford ont ainsi réussi à porter à 20 heures l'autonomie des batteries d'ordinateur portable en utilisant des nanofils de matériaux semi-conducteurs.

La validation de cette voie de recherche, passe par l'appréhension de la stabilité thermodynamique et cinétique des nanomatériaux intégrables dans les batteries Li-ion vis-à-vis des électrolytes. Pour cela on regarde plus particulièrement les températures d'emballement thermique, la quantité de chaleur dégagée, la nature et la toxicité des émissions de gaz.

Pour conduire cette étude sur la sécurité des futures batteries Li-ion, l'INERIS s'est associé en 2007 au Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides (LRCS), unité mixte du CNRS et de l'Université de Picardie Jules-Verne (UPJV) dans le cadre du projet « Batterynanosafe ». Ces travaux portent notamment sur la caractérisation thermodynamique des réactions entre les matériaux, la cinétique de décomposition et/ou d'emballement de réaction – travaux réalisés au moyen d'un calorimètre de type ARC (Accelerating Rate Calorimeter) spécialement acquis pour ce programme de recherche –, l'identification et la caractérisation des produits de décomposition en fonction de la nature de l'électrolyte. Enfin « Batterynanosafe » a pour objectif l'optimisation de la formulation électrolytique par l'ajout d'additifs ou d'autres solvants permettant une utilisation fiable et sûre des nouveaux matériaux d'électrodes.

Essai au feu de batterie Li-ion au calorimètre de Tewarson (mesure des gaz de combustion émis lors de l'inflammation d'une batterie Li-ion).

NOUVELLES ÉNERGIES ET SÉCURITÉ



Présentation d'un véhicule à combustion interne fonctionnant à l'hydrogène, « Projet Ultim Car ».



molécules contenant des atomes d'hydrogène. Les unités industrielles procèdent par reformage du méthane pour assurer une production d'hydrogène (50 Mt/an dans le monde) principalement utilisée par les industries chimique, pétrolière, électronique, sidérurgique et spatiale. Il est à noter que ce procédé libère du dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
Selon l'IFP, la principale source d'hydrogène est aujourd'hui le gaz naturel (48 %), devant les hydrocarbures liquides (30 %), le charbon (18 %), et l'électrolyse de l'eau (4 %). À l'avenir, le bilan environnemental du cycle de production de l'hydrogène pourrait être amélioré par la méthanisation de la biomasse lignocellulosique, l'utilisation pour l'électrolyse de l'eau d'une électricité d'origine nucléaire ou produite à partir d'énergies renouvelables, ou encore par la décomposition de l'eau par procédé thermochimique (sans apport d'électricité). Compte tenu de ses caractéristiques, l'hydrogène peut être stocké sous trois formes : comprimé à plusieurs centaines de bars dans un réservoir à haute pression (jusqu'à 700 bars) ; liquéfié à la température cryogénique de -253°C ; solidifié par adsorption sur un hydrure métallique dans un réservoir à basse pression.
Converti dans une pile à combustible (PAC), l'hydrogène est appelé à fournir l'énergie d'applications stationnaires ou embarquées. La PAC suscite depuis plusieurs années de nombreuses initiatives parmi les constructeurs d'automobiles. Mercedes qui a présenté un premier prototype en 1994 dispose d'une flotte expérimentale de 100 véhicules totalisant une distance parcourue de 3,6 millions de kilomètres. Cet acquis permet au groupe allemand d'envisager une commercialisation de tels véhicules pour 2012/2015.
L'alimentation directe du moteur à combustion interne par de l'hydrogène suscite également des recherches. Elle implique de résoudre le problème de la faible énergie volumique du carburant par une augmentation de la densité du gaz (réservoir à haute pression) doublée d'une conception adaptée du moteur, ou bien de contourner cette difficulté par l'installation d'un système embarqué de production d'hydrogène à partir d'un carburant fossile.

Un gaz classé « extrêmement inflammable »

Quoi qu'il en soit, cette technologie cumule les handicaps : coût prohibitif, forte dépendance vis-à-vis des hydrocarbures, difficultés techniques de la liquéfaction, absence d'infrastructures de distribution, risques liés au stockage, au transport, à la manipulation par le public utilisateur, fiabilité des équipements embarqués, gaz classé « extrêmement inflammable », forte explosivité en milieu confiné, réputation de dangerosité, incertitudes sur l'acceptabilité sociale...
« La sécurité de l'hydrogène énergie étant le principal obstacle à l'émergence d'un marché de masse, l'INERIS s'est investi depuis le début des années 2000 dans des programmes de recherche couvrant des thématiques propres à l'ensemble des étapes de la filière, indique Delphine Tigreat, ingénieur à la Direction des Risques accidentels. *Nos travaux concernent notamment l'étude et la modélisation des fuites de gaz en milieu confiné, le comportement et la caractérisation des jets impactants, la sécurité du stockage et de la distribution, la définition du cadre réglementaire ».* Les chercheurs-ingénieurs de l'Institut participent actuellement à dix projets nationaux ou européens (voir tableau p. 16).
Par ailleurs, l'INERIS est membre du réseau HYSAFE dont l'un des objectifs est la création d'un centre européen d'expertise sur la sécurité

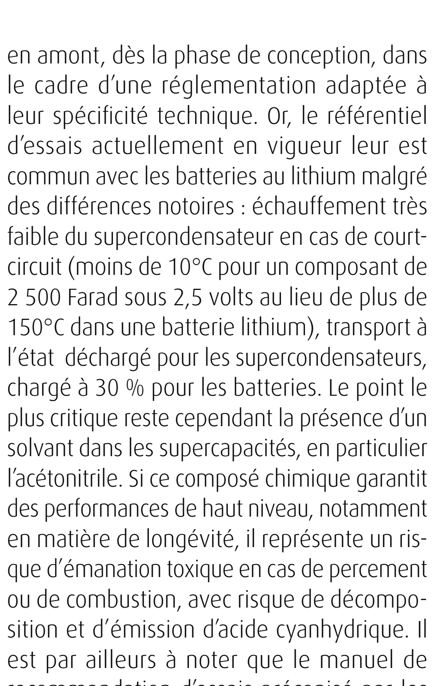
| DES SCÉNARIOS « PROSPECTIFS » POUR PRENDRE EN COMPTE L'ACCEPTATION SOCIALE DE L'HYDROGÈNE-ÉNERGIE |

Quelles résistances la filière hydrogène suscite-t-elle dans la société civile ? Faut-il mettre en exergue les dispositifs de sécurité au risque d'éveiller ou d'accroître la méfiance ? Ou au contraire mieux vaut-il les rendre transparents pour l'utilisateur ? Telles sont quelques-unes des questions auxquelles devront répondre les partenaires du projet AIDHY* que coordonne l'INERIS.
Partant du principe que la faisabilité de l'insertion de l'hydrogène-vecteur d'énergie dépend de son acceptation sociale, ce projet pluridisciplinaire (sociologie, économie, communication, éthique, juridique, gouvernance) se propose d'élaborer des scénarios « prospectifs » visant à éclairer les chercheurs, industriels et décideurs publics sur les orientations potentielles à adopter et réflexions à mener en amont du développement de la filière.
Le projet AIDHY s'appuiera notamment sur l'étude des expérimentations de véhicules équipés d'un moteur à l'hydrogène et de véhicules électriques alimentés par une pile à combustible. Cette analyse sera complétée par des enquêtes sur la perception des technologies de l'hydrogène auprès d'échantillons représentatifs de la société civile, des études bibliographiques, un examen de la réglementation en France et à l'étranger, la confrontation entre les hypothèses élaborées par les partenaires du projet et des groupes « focus »,...
Au terme de ce travail, l'INERIS aura la charge de rédiger une synthèse sur les perspectives sociétales de l'introduction des technologies de l'hydrogène et des recommandations à destination des décideurs publics et des industriels sur les modalités opérationnelles de mise en place de démarches participatives incluant les porteurs d'enjeux de la société.

*AIde à la Décision pour l'identification et l'accompagnement aux transformations sociétales induites par les nouvelles technologies de l'HYdrogène.

Marc Kazmierczak,
Unité Procédés et Énergies Propres et Sûrs

« DÉVELOPPER LA LABELLISATION DE SUPERCAPACITÉS PROPRES ET SÛRES »



Moins médiatisées que les piles, les supercapacités (ou supercondensateurs) sont appelées à jouer un rôle-clef dans le développement de la technologie des véhicules électriques et des systèmes de récupération d'énergie associés aux moteurs thermiques dans des véhicules exploitant un premier niveau d'hybridation. Dotés d'un temps de charge de quelques secondes, d'une densité de puissance de 10 à 40 fois supérieure à celle d'une batterie, et d'une durée de vie dépassant plusieurs centaines de milliers de charges/décharges, ces composants servent de tampon d'énergie entre les batteries et le variateur de vitesse d'un véhicule électrique et constituent une solution de stockage d'énergie pour les phases de démarrage et d'accélération. Outre les transports automobiles du futur, les applications des supercondensateurs résident principalement dans les domaines des industries spatiales et militaires.

Comme toute nouvelle technologie, les supercondensateurs sont vecteurs d'interrogations sur leur comportement dans des situations dégradées ou accidentelles. Les risques inhérents à leur utilisation doivent être maîtrisés en amont, dès la phase de conception, dans le cadre d'une réglementation adaptée à leur spécificité technique. Or, le référentiel d'essais actuellement en vigueur leur est commun avec les batteries au lithium malgré des différences notoires : échauffement très faible du supercondensateur en cas de court-circuit (moins de 10°C pour un composant de 2 500 Farad sous 2,5 volts au lieu de plus de 150°C dans une batterie lithium), transport à l'état déchargé pour les supercondensateurs, chargé à 30 % pour les batteries. Le point le plus critique reste cependant la présence d'un solvant dans les supercapacités, en particulier l'acétonitrile. Si ce composé chimique garantit des performances de haut niveau, notamment en matière de longévité, il représente un risque d'émanation toxique en cas de percement ou de combustion, avec risque de décomposition et d'émission d'acide cyanhydrique. Il est par ailleurs à noter que le manuel de recommandation d'essais préconisé par les partenaires du projet Freedomcar (mis en place en 2002 par le ministère américain de l'Énergie et l'USCAR - groupement comprenant DaimlerChrysler, Ford, General Motors) recommande l'évaluation de la toxicité des substances émises mais ne donne aucune information sur l'évaluation des effets toxiques en fonction de l'utilisation finale. Ce guide ignore par ailleurs certaines problématiques comme l'effet du vieillissement.

Face à l'absence de référentiel adapté et validé scientifiquement, l'INERIS a élaboré à la suite de ses travaux menés depuis 2002 pour l'un des deux fabricants mondiaux de supercapacités un projet de plateforme permettant de regrouper les laboratoires compétents. L'objet de cette plateforme serait de développer un référentiel national susceptible d'engendrer une réglementation internationale définissant un label de supercondensateurs propres et sûrs en intégrant en particulier la maîtrise des effets toxiques pouvant survenir en cas d'incident, durant toute la vie du composant. Ce projet a reçu le soutien de principe du pôle de compétitivité Mobilité et Transports Avancés qui apporte également son aide à la recherche de partenaires pour compléter les moyens techniques et financiers.

de l'hydrogène. Préparés par l'INERIS, les statuts de cette instance ont été présentés en mars 2008 au comité de coordination du réseau.

Afin d'accélérer le développement de cette technologie, l'Union européenne vient d'impulser un partenariat public-privé sous la forme d'une initiative technologique conjointe (JTI « hydrogen and fuel cell ») auquel participent des industriels et des centres de recherche (dont l'INERIS). Doté d'un budget de près d'un milliard d'euros, cet organisme aura la charge de sélectionner les projets de recherche et développement qui devraient permettre à l'hydrogène de couvrir, en 2020, 5 % des besoins en combustibles du secteur des transports dans l'Union européenne.

Les limites actuelles du moteur électrique et la perspective d'une maturité encore plus lointaine pour la propulsion à l'hydrogène valorisent les différentes solutions intermédiaires d'hybridation essence/électricité et gazole/électricité, ainsi que la micro-hybridation, système qui associe l'interruption automatique du fonctionnement du moteur au moindre arrêt du véhicule à un redémarrage électrique, contribuant à une économie de carburant de l'ordre de 10 %. Ce système repose sur l'utilisation d'un super-condensateur dont la technologie permet de délivrer une puissance très élevée pendant un court laps de temps.

Bioéthanol et biodiesel

Parmi les solutions alternatives, ce sont cependant les carburants produits à partir de matières végétales qui apparaissent depuis plusieurs dizaines d'années (Plan Proalcool lancé au Brésil dès 1973) comme l'une des voies les plus prometteuses pour s'affranchir en partie des énergies fossiles. Les recherches se focalisent aujourd'hui sur les biocarburants de seconde génération produits à partir de la matière lignocellulosique et qui n'entrent pas en concurrence avec le secteur agroalimentaire. À l'heure actuelle, il existe deux filières de production correspondant aux types de motorisation qui se partagent le parc automobile. Incorporé dans des proportions variables à l'essence, l'éthanol est fabriqué à partir de la fermentation de sucres (betteraves, cannes à sucre) ou d'amidon (blé, maïs) suivie d'une distillation pour éliminer l'eau. L'ajout d'éthanol augmente significativement la volatilité de l'essence dont

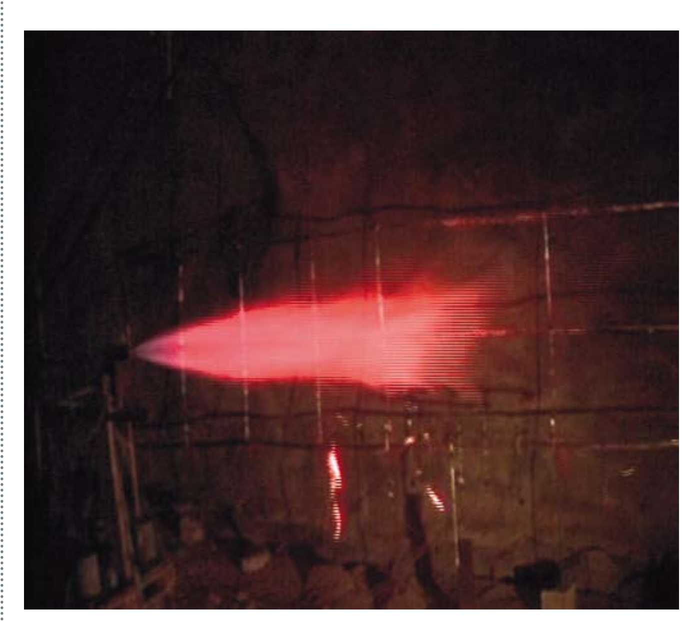
la tension vapeur à la distribution ne doit pas dépasser 60 kPa (kilopascals) en été et 90 kPa en hiver selon la réglementation européenne, ce qui pour une incorporation de 5 % (E 5) conduit les raffineurs à ajouter de l'isobutène, un co-produit d'origine pétrolière, pour le transformer en EthylTertioButylEther (ETBE).
Autres difficultés liées aux caractéristiques de l'éthanol : le phénomène de démixtion (séparation de l'essence et de l'éthanol) en présence d'eau qui contraint les compagnies à différer le mélange jusqu'au stade de la distribution ; une incompatibilité avec certains matériaux (notamment l'aluminium et les polymères) due à une teneur élevée en oxygène et la capacité à former de l'acide acétique. « *Au stade de la production,* ajoute Guy Marlair, Référent technique au sein du Pôle Substances et Procédés, *la filière éthanol doit maîtriser des risques dus notamment à la formation d'atmosphère explosible dans les silos de stockage de la matière première végétale, à l'inflammabilité du produit fini responsable d'un certain nombre d'accidents et à la transformation du bioéthanol en ETBE.* »
Principalement développée en Europe, la filière biodiesel produit des esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV) par transestérification de plantes oléagineuses (colza et tournesol en Europe, soja aux Etats-Unis). La transformation des acides gras en carburant s'opère par adjonction de méthanol, un solvant toxique et inflammable essentiellement produit par reformage du gaz naturel. À l'avenir, le méthanol pourrait être remplacé par de l'éthanol pour produire des esters éthyliques d'huiles végétales (EEHV).
Le biodiesel peut être incorporé en proportions élevées dans le gazole. En pratique, le taux d'incorporation est en France de 5% pour le gazole vendu dans les stations services. Il peut atteindre 30 % pour une utilisation dans des flottes captives sous réserve d'obtention d'une dérogation. Selon le rapport de l'INERIS sur les dangers des biocarburants, le biodiesel présente lui aussi des risques inhérents à : l'entreposage des tourteaux en silo ; l'utilisation d'alcool (méthanol) pour la transestérification, de solvants et de composés chimiques (acide phosphorique, soude) pour l'extraction de l'huile et le raffinage. Cette étude souligne cependant quelques-unes des interrogations qui nécessiteraient des recherches plus approfondies. Parmi elles, figurent les risques pathogènes liés à l'emploi d'une grande quantité de micro-organismes comme catalyseurs enzymatiques au cours de la phase de transestérification. Par ailleurs, la gestion du risque d'accidents au transport doit aussi être étudiée.

Le kérosène aussi

Les risques associés aux biocarburants, trop souvent méconnus ou négligés, ont conduit l'INERIS à développer une analyse pluridisciplinaire englobant l'ensemble des étapes de la production à l'utilisation finale en passant par le transport, le stockage et la distribution. Déployée depuis 2006 dans le cadre du programme BIOSAFUEL, cette approche transversale de la sécurité a permis de consolider une expertise qui vaut aujourd'hui aux spécialistes de l'Institut de participer aux travaux du Pôle de compétitivité IAR (Industries Agro-Ressources) ainsi qu'aux projets BIOMAP et ALFA BIRD. Soutenu par l'ANR, BIOMAP rassemble onze partenaires (industriels et chercheurs) dont l'objectif central est d'appliquer à des études de cas la « méthode d'analyse environnementale

| SUITE PAGE 14 |

| QUEL TYPE DE TRANSPORT POUR L'HYDROGÈNE ÉNERGIE ? |



Essai de feu torche d'hydrogène dans le cadre d'études sur le transport de l'hydrogène énergie (projet HYDROMEL).

Le transport par canalisation apparaît comme le moyen le plus approprié pour assurer le déploiement d'une infrastructure de distribution de l'hydrogène énergie à grande échelle. Gaz de France et Air Liquide se sont associés au CNRS, au CEA et à l'INERIS dans le cadre du projet HYDROMEL (ANR) afin d'étudier l'impact sur la sécurité de l'ajout de quantités plus ou moins importantes d'hydrogène dans le gaz naturel. Toutefois, si l'on dispose aujourd'hui de méthodes d'évaluation des risques accidentels pour le transport du gaz naturel et pour le transport de l'hydrogène utilisé dans un contexte industriel, l'utilisation d'un réseau de distribution commun implique l'évaluation de l'ensemble des risques spécifiques, notamment les conséquences de fuites accidentelles.
Les partenaires du projet HYDROMEL, coordonné par l'INERIS, ont donc entrepris d'acquérir par voie expérimentale des données sur le comportement du mélange hydrogène/gaz naturel tenant compte de leurs différences : masse volumique, coefficient de diffusion, conditions d'inflammabilité... Ils étudieront également le phénomène encore inexpliqué d'auto-inflammation de jets d'hydrogène à haute pression.
« Ces données permettront d'une part d'étudier les contraintes liées à la sécurité pour le dimensionnement du réseau en fonction des teneurs respectives en hydrogène et en gaz naturel, et d'autre part d'évaluer la validité des modèles actuels de simulation des impacts accidentels afin de comparer les conséquences des principaux scénarios envisagés », précise Laurent Dupont, de la Direction des Risques Accidentels.

Olivier Gentilhomme, Unité Explosion-Dispersion

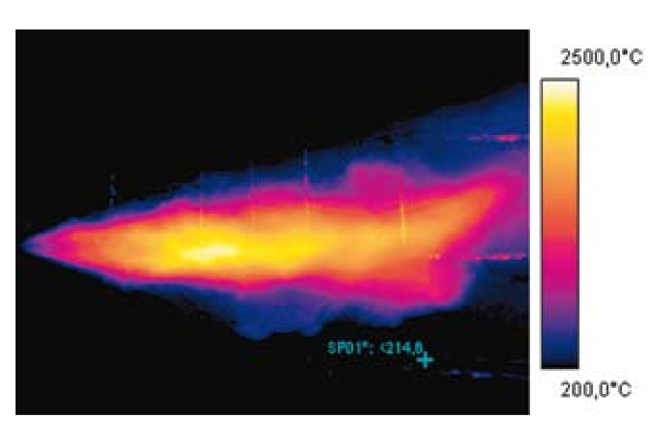
« MIEUX CONNAÎTRE LES PHÉNOMÈNES ACCIDENTELS LIÉS À L'HYDROGÈNE POUR DIMENSIONNER LES SYSTÈMES DE SÉCURITÉ »

La transformation de l'hydrogène en un vecteur énergétique de masse constitue un enjeu mondial à moyen terme. La réussite de ce défi repose pour partie sur la maîtrise des risques que représente la distribution à grande échelle et l'utilisation individualisée de ce nouveau carburant.
La molécule d'hydrogène, de structure diatomique, est de très petite taille et par voie de conséquence a une forte propension à fuir. Cette caractéristique facilite également sa diffusion dans les matériaux, dont certains métaux pourtant en bon état. Avec une masse volumique 15 fois inférieure à celle de l'air, l'hydrogène gazeux présente une vitesse très importante de dispersion. Or, l'hydrogène n'a ni odeur, ni goût, ni couleur. En milieu confiné et/ou non ventilé, tel qu'un parc de stationnement souterrain ou un garage individuel, ces caractéristiques peuvent conduire à des situations critiques.
Dans le cadre du projet DRIVE* dont il assure la coordination, l'INERIS étudie en collaboration avec le CEA, l'IRPHE (Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre) et PSA Peugeot Citroën, l'ensemble de la chaîne phénoménologique pouvant conduire à une situation critique à bord d'un véhicule à pile à combustible : les différents types de fuites ; la formation d'une atmosphère explosible (ATEX) ; l'inflammation sous l'effet d'une étincelle électrostatique, électrique, ou par frottement mécanique ; la combustion et les effets associés (feu torche, explosion).
L'une des premières tâches du projet a consisté à mesurer expérimentalement les débits de fuites chroniques pouvant affecter les composants d'un circuit : obturateur, pompe, raccord, séparateur de phase, bouchon. Les résultats obtenus représentent des données importantes pour la modélisation numérique des phénomènes de dispersion d'hydrogène qui s'appuyaient bien souvent sur des valeurs disparates et dépourvues de lien avec la réalité.

Des pressions de 500 à 700 bars

Les travaux sur la formation d'atmosphères explosibles doivent permettre de caractériser les champs de concentration et de vitesses générés par une fuite. Des expérimentations sont en cours à partir de jets libres et impactants jusqu'à des pressions de 100, voire 200 bars. Ces travaux sont complétés par des essais visant à étudier la dispersion d'hydrogène et la formation d'ATEX consécutivement à une fuite sur un véhicule en stationnement dans un garage. Le projet DRIVE a également permis d'évaluer les risques d'inflammation d'atmosphère explosible lors du fonctionnement de certains composants électriques.
En 2008, l'INERIS réalise des essais d'explosion et de feu torche dont l'originalité réside dans les fortes pressions de rejet recherchées, de 500 à 700 bars, alors que les expériences conduites actuellement se limitent plutôt à 200 bars. De tels taux de compression sont nécessaires pour stocker un volume d'hydrogène suffisant pour assurer une autonomie satisfaisante du véhicule. Ce volet comprendra également le recueil de données relatives aux effets de surpression autour d'un véhicule lors d'une explosion.
L'ensemble de ces travaux de quantification des risques associés à l'hydrogène doit permettre de renforcer les études de sécurité, de mettre en œuvre des stratégies de maîtrise de risques plus adaptées et d'optimiser la conception des véhicules à pile à combustible.

*Données expérimentales pour l'évaluation des Risques hydrogène, la Validation d'outils numériques et l'Edition de référentiels techniques. Projet du Programme PAN'h de l'ANR.



Projet DRIVE : essai de feu torche d'hydrogène (caractérisation de la température de flamme).


Inflammation d'un nuage stratifié d'hydrogène.

NOUVELLES ÉNERGIES ET SÉCURITÉ



Programme BIOSAFUEL : essai à l'INERIS d'inflammation d'un mélange éthanol/essence.



Évaluation et tests des biocarburants dans le cadre du projet ALFA BIRD : étude préliminaire à la réaction au feu de la molécule 2,5 Diméthylfurane.

et socio-technico-économique » des bioénergies mise au point dans le projet ANABIO. Dans ce contexte, l'INERIS a pour mission d'apporter son expertise relative à la sécurité des filières de production.
Le consortium pluridisciplinaire du projet européen ALFA BIRD constitué autour d'Airbus Industrie a, quant à lui, pour objectif l'étude de carburants alternatifs, susceptibles de remplacer le Jet A-1 (kérosène) utilisé dans l'aéronautique. La coordination de ce projet est assurée par EU-Vri, un groupement européen d'intérêt économique dont l'INERIS est l'un des membres fondateurs et qui a pour objectif de valoriser l'expertise européenne dans l'évaluation intégrée des risques.
L'enjeu technologique de cette recherche est à la hauteur de son enjeu économique. Ces nouveaux carburants devront répondre à des critères de sécurité nombreux et très contraignants, principalement constitués des points éclairs (température au-delà de laquelle les vapeurs d'un liquide peuvent s'enflammer), des limites inférieures et supérieures d'inflammabilité correspondantes et des points de solidification. Les futurs bio-kérosène produits à partir de ressources végétales lipidiques (huile de palme, micro-algues...) devront impérativement rester liquides aux températures rencontrées aux altitudes atteintes en vitesse de croisière par les avions de ligne. Le Jet A 1, lui, ne se solidifie qu'à partir de - 47°C... ce qui permet des vols aux alentours de 10 000 m d'altitude.

| POUR UNE EXPLOITATION SANS RISQUE DU BIOGAZ |

Le biogaz est appelé à prendre une part croissante parmi les sources d'énergie renouvelable. Issu de la méthanisation de matières organiques (ordures ménagères, boues de station d'épuration, effluents industriels, déjections animales), le biogaz peut être valorisé comme combustible pour la production de chaleur et d'électricité ou utilisé comme carburant automobile.
Constitué majoritairement de méthane et de dioxyde de carbone, le biogaz est également susceptible de contenir des traces de composés plus ou moins toxiques, cancérigènes ou mutagènes (sulfure d'hydrogène, métaux lourds, composés organiques volatiles...). Il représente donc potentiellement un certain nombre de risques pour l'homme (explosion, incendie, toxicité, asphyxie...) et l'environnement (effet de serre, pollution des sols, des cours d'eau...).
L'existence de ces risques justifie l'implication des experts de l'INERIS auprès des pouvoirs publics et les sollicitations de promoteurs de projets de méthanisation. Ainsi, l'INERIS a participé au groupe de travail mis en place par l'AFSSET sur les risques associés à l'introduction de biogaz dans le réseau de distribution du gaz naturel*.
La volonté des pouvoirs publics d'accompagner le développement des unités de production de gaz par méthanisation des déjections animales, éventuellement mélangées à d'autres co-substrats, a conduit le MEEDDAT à demander à l'INERIS d'identifier et d'évaluer les risques représentés par l'exploitation de méthaniseurs « à la ferme ». Le rapport établi par l'INERIS sur l'état de l'art contient des préconisations pour une exploitation sûre de ces installations.

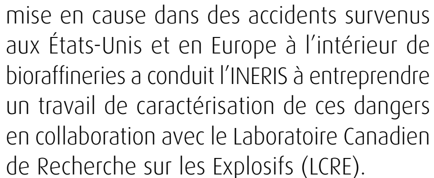
*Le rapport de ce groupe de travail a été rendu public cet été.

| 2,6 % DE BIOCARBURANTS DANS L'UNION EUROPÉENNE |

La part des biocarburants introduits dans les carburants destinés au transport routier en Europe s'est élevé à 7,7 Mtep en 2007 (5,77 Mtep de biodiesel, 1,166 Mtep de bioéthanol). Cette consommation représente 2,6 % du contenu énergétique de l'ensemble des carburants utilisés dans les transports routiers, ce qui représente près de la moitié de l'objectif fixé par la directive biocarburants qui est de 5,75 % en 2010.
L'Allemagne et, à un moindre degré la France, devancent largement les autres pays de l'Union européenne avec respectivement une consommation de 4 Mtep et 1,43 Mtep. L'augmentation intervenue entre 2006 et 2007 a bénéficié logiquement au biodiesel (+ 41,7 %) en raison de l'importance du parc automobile consommant ce type de carburant.
Dans le même temps, la croissance du bioéthanol mélangé à l'essence ou transformé en ETBE a atteint 33,8 %. En France, la proportion des biocarburants a atteint 3,5 % (contre 1,76 % en 2006), conformément au plan de développement établi par les pouvoirs publics. Ce doublement a surtout profité à la filière biodiesel avec une progression de 97 % (1,16 Mtep). L'objectif est d'atteindre un taux moyen de 7 % en 2010.

Guy Marlair, Référent technique au sein du Pôle Substances et Procédés

« BIOCARBURANTS : DES RISQUES À MAÎTRISER EN AMONT »









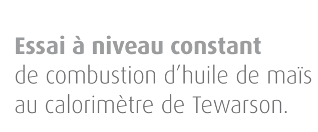
Bien qu'associés au préfixe « bio », les carburants produits à partir de matières organiques d'origine végétale, voire animale, ne sont pas dépourvus de risques technologiques et environnementaux. Il appartenait à l'INERIS, conformément à ses missions, d'en inventorier et d'en évaluer les caractéristiques pour l'ensemble du cycle de vie dans une perspective de maîtrise des risques et de développement durable. Cet objectif constitue l'un des volets du projet Biosafuel engagé par l'Institut en 2006.

Cette approche place la sécurité au cœur du déploiement des filières industrielles de production des deux types de biocarburants de première génération : l'éthanol associé en quantité variable à l'essence et le biodiesel, compatible avec le gazole. Par nature, ces produits constituent des combustibles potentiels. Chaque étape, de la production à la distribution, se caractérise par ses propres dangers. Au stade de la production, l'utilisation d'acides (principalement de l'acide sulfurique) et de bases fortes (soude et potasse) engendre des risques de corrosion et de libération de chaleur. La fabrication du biodiesel nécessite le recours à des solvants dans diverses opérations de procédés et notamment un alcool, le plus souvent du méthanol, inflammable et toxique qui est utilisé pour provoquer une réaction de transestérification. Le remplacement de la soude ou de la potasse par un alcoolate de potassium ou de sodium accroît les performances du procédé mais ces produits présentent des dangers significatifs d'explosion en présence d'atmosphères explosibles dans les réacteurs. Leur mise en cause dans des accidents survenus aux États-Unis et en Europe à l'intérieur de bioraffineries a conduit l'INERIS à entreprendre un travail de caractérisation de ces dangers en collaboration avec le Laboratoire Canadien de Recherche sur les Explosifs (LCRE).

Les différences culturelles, économiques, technologiques, climatiques rendent l'expérience accumulée au Brésil, aux États-Unis et en Suède dans le stockage et la distribution des biocarburants difficilement transposable. À ces différences s'ajoute plus spécifiquement la complexité due à la diversité (taux et origine) des mélanges et de leurs propriétés. La sécurité des mélanges essence/éthanol varie par exemple en fonction du taux d'incorporation d'éthanol. En raison de leur faible taux en alcool, les mélanges de type E 5 et ETBE constituent les voies principales de diffusion massive de biocarburants dans les transports. L'E5 présente un risque spécifique de démixtion de phases. L'étendue des plages d'inflammabilité de l'éthanol, rendant la présence d'atmosphères explosibles possibles dans les installations de distribution a récemment conduit les pouvoirs publics à modifier la réglementation applicable à la sécurité des stations-services.

Des risques principalement d'incendie et d'explosion existent donc tout au long de la chaîne de production et de valorisation des carburants alternatifs notamment au transport. Ils doivent être connus et pris en compte par les professionnels comme par les décideurs publics pour garantir la sécurité des opérateurs et des consommateurs, même si l'accidentologie ne recense pas à ce jour de sinistre majeur en Europe.





Essai à niveau constant de combustion d'huile de maïs au calorimètre de Tewarson.

NOUVELLES ÉNERGIES ET SÉCURITÉ

AXE THÉMATIQUE	PROGRAMMES	AUTRES PARTENAIRES	OBJECTIF	DURÉE
BATTERIES	BATTERYNANOSAFE	LRCS/UPJV	Appréhender la stabilité thermodynamique et cinétique des nanomatériaux intégrables dans les batteries Li-ion.	2008-2010
BIOCARBURANTS	BIOSAFUEL (Programme 189)	École des Mines de Douai, UTC, UPJV, LCRE, Faculté polytechnique de Mons	Identifier les risques inhérents aux filières des biocarburants ; contribuer à leur évaluation ; élaboration d'un modèle d'évaluation de la criticité d'un projet de biocarburant.	2006-2009
	BIOMAP (ANR)	11 partenaires dont l'IFP, AIR LIQUIDE, EDF, CEA, Total, PSA	Appliquer la méthode d'analyse des applications de bio-énergies développée par les partenaires du projet ANABIO.	2008-2009
	ALFA BIRD (7e PCRDT)	23 partenaires dont EU-Vri, AIRBUS, AIR LIQUIDE	Étudier des solutions alternatives au kérosène.	2008-2011
HYDROGÈNE	HYSAFE (Réseau d'excellence)	25 partenaires dont CEA, AIR LIQUIDE	Rassembler des centres de recherche et des industriels de l'UE pour partager les connaissances sur la sécurité de l'hydrogène. Créer un centre européen de la sécurité de l'hydrogène.	2004-2008
	HYAPPROVAL (6e PCRDT)	25 partenaires dont AIR LIQUIDE, TOTAL, CEA	Développer un guide de bonnes pratiques pour la construction et l'exploitation des stations distributrices d'hydrogène.	2005-2008
	ALTHYTUDE (ADEME/PREDIT)	GDF	Tester (à Toulouse et Dunkerque) le fonctionnement de bus alimentés par un mélange de gaz naturel et d'hydrogène, évaluer l'intérêt technique et économique de ce carburant.	2005-2008
	DRIVE (ANR)	CEA, IRPHE, PSA	Produire des données expérimentales pour l'évaluation des risques accidentels des systèmes fonctionnant à l'hydrogène.	2006-2008
	HYCHAIN MINI-TRANS (6e PCRDT)	24 partenaires coordonnés par AIR LIQUIDE	Tester en grandeur réelle 158 véhicules électriques urbains alimentés par une pile à hydrogène, mettre en place une infrastructure de distribution et faire évoluer la règlementation.	2006-2010
	HYPER (6e PCRDT)	15 partenaires sous la coordination de l'Université de Manchester	Créer un guide de bonnes pratiques pour l'installation et l'usage stationnaire de piles à combustibles d'une puissance inférieure à 10 KWe.	2006-2008
	HYDROMEL (ANR)	CNRS/LCSR, CEA, CNRS/LCD, GDF, AIR LIQUIDE	Évaluer les risques pour le transport d'hydrogène énergie pur ou en mélange avec le gaz naturel	2007-2009
	BIOH2GEN (Fond de Compétitivité Entreprises)	GDF, AIR LIQUIDE, CEA, CNRS	Développer une unité industrielle de reformage pour produire de l'hydrogène à partir du bioéthanol.	2007-2009
	HYPE (ANR)	PSA, CEA, ENSAM, Université Franche-Comté, ULLIT, AIR LIQUIDE	Mettre au point un réservoir d'hydrogène à haute pression doté d'une capacité accrue et d'un système de protection incendie.	2008-2010
	AIDHY (ANR)	AFH_2, ALPHEA Hydrogène, COHESIUM, LAMSADE, M-LAB	Étudier les dimensions sociales et économiques de la technologie hydrogène, établir des scénarios « prospectifs » et préconiser des mesures aux industriels et aux décideurs publics.	2008-2009
	HYFIT-13 (7e PCRDT)	FZK, CEA, HSL, JRC, INASMET (pour le volet sécurité)	Créer une infrastructure européenne de recherche sur l'hydrogène et les piles à combustible.	Projet en cours de soumission

Comrisk

Un mode d'emploi pour impliquer les populations dans la gestion d'un site pollué

Pour être orientée vers le succès, la gestion des sites et sols pollués ne peut s'opérer qu'au travers d'une approche participative. Pour cela, l'étude Comrisk a pour objectif de donner les moyens aux acteurs concernés de mettre en œuvre un dialogue constructif.

Nul besoin de rappeler les expériences ayant été le théâtre de conflits entre les gestionnaires de sites pollués et les riverains pour se convaincre que la responsabilisation et l'implication des populations sont incontournables. À la demande de l'ADEME, l'INERIS et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) viennent de réaliser une grande étude en collaboration avec la cellule interrégionale d'épidémiologie d'Ile de France (CIRE). Intitulée Comrisk, elle vise à créer les conditions d'une gestion plus performante, complète et concertée d'un site pollué, dans une perspective de durabilité.

L'étude Comrisk a été construite pour que les différents intervenants travaillent ensemble à la recherche de solutions en tenant compte des attentes de chacun. Sur le site **www.comrisk.fr**, Comrisk propose des outils concrets : des informations, une démarche, des méthodes ou encore des supports de communication. Elle a bénéficié des éclairages et avis d'intervenants divers : bureaux d'études, maîtres d'ouvrage, administrations, associations locales et nationales, industriels, ingénieurs, conseillers en communication, sociologues.

L'état de l'art

Comrisk est composée de trois grandes parties. La première, « l'état de l'art », combine un état bibliographique des connaissances académiques et des pratiques avec des enquêtes auprès des différentes parties prenantes : perception des populations et retours d'expériences sur des cas. Il concerne au premier chef les sites et sols pollués, mais s'intéresse aussi à d'autres risques liés à l'environnement : décharges, impacts sanitaires et risques accidentels d'une installation classée, risques naturels, implantation locale d'une antenne relais, etc.

Cet état de l'art met en évidence les vertus et les possibilités souvent inexploitées de l'implication des populations, mais également ses difficultés et ses risques. Par exemple, lorsqu'il s'agit de communiquer les résultats d'évaluation d'un site, et de proposer une gestion optimisée techniquement et respectueuse des populations concernées, il faut souvent entrer dans un mode de relation plus large que la simple « communication ». Pour les auteurs de l'étude, « il convient surtout d'instaurer un mode de relation où la confiance tient autant de place que les détails techniques, où il devient possible d'expliquer les logiques et les modèles d'évaluation, d'échanger sur les perceptions, les idées, les questionnements, voire sur les langages et les modes d'échanges. »


Photo Antéa

Dépollution des terrains des anciennes usines Renault à Boulogne-Billancourt.

Des supports de communication

La deuxième partie de l'étude propose différents supports de communication grand public sur l'évaluation et la gestion d'un site pollué (brochures, affiches, transparents, supports d'événement).

Ces supports visent à aider les différentes parties à s'accorder sur un langage commun (vocabulaire, formulations, images, concepts, etc.). Ils peuvent être utilisés tout aussi bien par des gestionnaires institutionnels maîtrisant les risques sanitaires (maîtres d'ouvrage avec leurs bureaux d'études et conseils, administrations, etc.) qu'aux populations via leurs représentants (associations, élus, etc.).

« À chaque public et à chaque intervenant sa façon de présenter » : deux jeux de transparents différents sont proposés, sous forme de kits, modulables au gré de l'intervenant.

Un guide pour l'organisation

Pour chacun des acteurs, il convient de concevoir et d'organiser une implication proportionnée et adaptée aux besoins locaux. La troisième partie de cette étude, « le guide », dégage des principes, des règles, des bonnes pratiques et les décline en propositions concrètes.

Le guide présente tout d'abord les différentes raisons d'impliquer les populations. Il insiste sur les enjeux et le contexte du site concerné : Quelles sont les relations des différents acteurs entre eux et avec leur territoire ? Quelles sont précisément les préoccupations et attentes des populations dans le cadre de la question posée et au-delà ?

C'est cette analyse des enjeux qui détermine la stratégie d'implication des populations. Enfin, la mise en œuvre de cette stratégie est déclinée dans les préconisations, lesquelles sont décomposées en fiches opérationnelles relativement autonomes. Chaque fiche expose les raisons, les objectifs, la méthode et les moyens à mettre en œuvre pour l'action préconisée, et est illustrée d'exemples sur cas réels.

Le guide propose également des fiches de réponses à des questions fréquentes (FAQ), un plan d'implication des populations, et divers autres supports pour la mise en œuvre, autant que possible sous forme de kits réutilisables.

Pour en savoir plus :
Benoît Hazebrouck - Tél. : 03 44 55 61 12, benoit.hazebrouck@ineris.fr,
et www.comrisk.fr.





Exemples d'essai en grand pour la sécurité des tunnels

Projet L-Surf
L'Europe se mobilise pour rendre ses tunnels plus sûrs

Depuis trois ans, le consortium L-Surf, composé de l'INERIS et de quatre partenaires européens, œuvre pour mutualiser la recherche sur la sécurité des espaces souterrains. Objectifs : créer un réseau international et investir dans la construction d'un centre d'essais à grande échelle.

Les milliers de kilomètres de galeries souterraines confinées : tunnels routiers, parkings souterrains ou encore réseaux de métros, sont autant d'espaces vulnérables. Les récents évènements comme l'incendie du tunnel du Mont-Blanc ou l'attentat dans le métro de Londres ont sensibilisé les pouvoirs publics à l'importance de sécuriser ces lieux qu'empruntent chaque jour des millions de personnes. *« De par leur taille et leur complexité, les recherches sur ces installations sont très coûteuses,* remarque Bruno Debray, Délégué scientifique à la Direction des Risques Accidentels à l'INERIS. *Elles ne peuvent parfois se réaliser qu'en mutualisant les projets sur un plan international. »*

En 2004, les principaux acteurs se sont réunis lors du premier symposium international sur la sécurité et la sûreté dans les tunnels. La nécessité d'une initiative à l'échelle européenne y fut clairement exprimée. Jusqu'alors, les compétences de l'Union étaient jugées peu structurées, fragmentées et surtout orientées sur un plan national. Le 1er septembre 2005, le consortium européen L-Surf est lancé pour étudier la faisabilité d'un tel projet. Il comprend cinq organismes d'études européens parmi lesquels on compte l'INERIS, mais aussi le suisse VSH, l'allemand Stuva, le hollandais TNO et le suédois SP. Sa première mission est d'identifier les besoins en termes de recherches. *« Celles-ci portent tout d'abord sur la modélisation de phénomènes dangereux tels que la dispersion de fumées d'incendies ou de gaz toxiques, et sur l'élaboration de solutions de ventilation pour les évacuer,* indique Bruno Debray. *Elles consistent aussi à mieux évaluer l'efficacité d'autres systèmes de sécurité, comme les dispositifs d'extinction, ou l'évacuation des personnes. Enfin, il s'agit d'évaluer les conséquences de l'utilisation de nouvelles énergies pour l'automobile, comme l'hydrogène, et les nouveaux risques qu'elles engendrent dans les infrastructures souterraines. »*

Un espace gigantesque

Les installations actuelles permettent aujourd'hui d'accomplir ces travaux dans des espaces simples. Plus difficilement dans des réseaux de galeries complexes. D'où la nécessité de se doter d'au moins une installation d'essai à grande échelle. Dès 2007, l'INERIS s'est vu confier la coordination d'un « appel à expression d'intérêts » dont la vocation a été de réunir un maximum d'acteurs. 53 organismes y ont répondu, dont des opérateurs d'infrastructures et des fabricants d'équipements, capables de mettre leurs moyens d'essais en réseau. Dans le même temps, la-dite installation a été précisée : *« L'idéal serait de pouvoir bénéficier d'un espace gigantesque pour pouvoir y reconstituer des réseaux de galeries complexes par assemblage d'éléments mobiles,* explique Bruno Debray. *En attendant qu'un tel équipement voie le jour, nous nous orientons vers une solution intermédiaire, qui pourrait être implantée dans un ancien tunnel en Espagne, ou en Norvège, mais aussi vers la constitution d'un réseau d'installations d'essai complémentaires dans lequel l'INERIS et le CERTES (*) auront un rôle clé à jouer. »*

Le consortium avance maintenant vers la mise en place d'une structure plus opérationnelle et s'est désormais donné pour mission de mobiliser un maximum de financements. Prochaine étape envisagée : la constitution d'une « fondation » pour faciliter l'émergence et le financement d'une offre structurée de recherche et d'expertise pour la sécurité et la sûreté des infrastructures souterraines.

*Centre européen de recherche sur les technologies de l'environnement et de la sécurité.

Évolution de cavités souterraines minières

Une étude grandeur nature dans le bassin salifère lorrain

Des chercheurs de la Direction des Risques du Sol et du Sous-sol étudient depuis trois ans l'évolution d'une grande cavité souterraine d'une mine de sel près de Nancy. Ils ont pu y valider une technique de surveillance microsismique.

Le sous-sol français compte de nombreuses cavités creusées par les exploitants de mines. Les risques de mouvements de terrains sont réels. Pour mieux gérer ce risque, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT) a lancé un vaste programme de recherche et de développement. Il a pour cela confié à l'INERIS d'importants travaux d'études dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique sur l'Impact et la Sécurité des Ouvrages Souterrains auquel collaborent également l'INPL, le BRGM et l'École des Mines de Paris.

Une cavité dans le sel (ou un site d'expérimentation) près de Nancy

L'INERIS instrumente depuis 2005 une cavité saline en exploitation dans le bassin salifère lorrain, à quelques kilomètres de Nancy. Le site d'expérimentation se situe plus exactement dans la concession minière de Cerville-Buissoncourt gérée par la société Solvay. Ici, l'exploitation est dite « intensive », ce qui signifie que le gisement de sel est intégralement extrait par dissolution : on laisse s'effondrer les terrains de couverture puis on réalise des réaménagements de surface (plans d'eau, etc.). Cette méthode est une occasion unique pour étudier l'évolution d'une grande cavité souterraine jusqu'à son effondrement. Tout l'objet des travaux de recherche consiste à valider, en grandeur nature, les techniques d'auscultation et de surveillance développées depuis des années par l'INERIS. Les dites techniques étant ensuite mises à profit pour détecter des signes précurseurs d'instabilité mécanique sur d'autres sites miniers, et en particulier les cavités abandonnées qui présentent des risques d'effondrement.

Une cavité de 150 mètres de diamètre

Avec 150 mètres de diamètre pour une hauteur d'environ 50 mètres, la cavité étudiée à Cerville-Buissoncourt est pour le moins imposante. Son effondrement attendu créera en surface un plan d'eau de 100 à 150 mètres de diamètre et de 40 mètres de profondeur. Pour suivre les différentes étapes de son évolution jusqu'à son effondrement, les chercheurs ont implanté dans le sous-sol un réseau de multiples capteurs microsismiques destiné à « écouter » les micro-craquements des terrains. Ils suivent également en parallèle l'évolution de la surface du sol grâce à un tachéomètre (un dispositif automatisé de visée laser de cibles) doublé d'une mesure par GPS.

Crises microsismiques

Après 3 ans d'études, le suivi de cette cavité est entré cette année dans une phase intensive et riche d'enseignements : trois crises microsismiques majeures ont en effet été enregistrées les 12, 25 mars et 3 et 4 avril derniers. Ces crises ont été parfaitement corellées avec des variations du niveau de saumure qui rempli la cavité (eau salée). Grâce à un système de localisation perfectionné, les chercheurs ont pu constater que l'activité sismique s'était concentrée dans le toit de la cavité. Ce phénomène correspond au délitement des terrains marneux qui séparent le gisement de sel d'une couche géologique très raide et résistante située à 120 mètres de profondeur : le banc de dolomie de Beaumont. C'est la rupture de ce banc, qui possède des propriétés mécaniques extrêmement élevées, qui sera à l'origine du prochain effondrement de la surface du sol. Les mesures effectuées par l'exploitant, a posteriori, ont permis de montrer que ces crises ont correspondu à une chute du toit marneux dans la cavité de plus 35 m localement. À partir de la troisième crise (début avril), les chercheurs ont pu observer un début d'affaissement de la surface du sol (de l'ordre de 5 mm). Ainsi, le dispositif d'écoute microsismique a permis d'identifier des signes précurseurs d'instabilité bien avant toute manifestation du déplacement de la surface du sol. Cet affaissement s'est poursuivi au cours des mois suivants pour atteindre 25 mm actuellement.



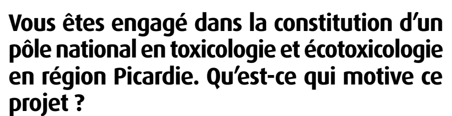
Plan d'eau partiellement aménagé, suite à un effondrement d'une cavité saline - site Solvay d'Haraucourt, à proximité du site de Cerville-Buissoncourt.





Apporter un soutien opérationnel aux industriels

Interview de Ronan Stéphan, Président de l'Université de Technologie de Compiègne, suite au projet de création d'un pôle national en toxicologie et écotoxicologie en région Picardie.



Vous êtes engagé dans la constitution d'un pôle national en toxicologie et écotoxicologie en région Picardie. Qu'est-ce qui motive ce projet ?

Ce projet n'est pas un effet de mode mais il s'inscrit dans une vision très concrète de l'avenir. La région réunit des compétences scientifiques en matière de biologie et de préservation de l'environnement inédites en France. Elle accueille un pôle de compétitivité mondial d'envergure en Industries et Agro-ressources. Celui-ci cible son développement sur les nouveaux marchés émergents basés sur l'utilisation de tous les composants de la plante pour des finalités non alimentaires : agro-carburant, énergie, para-alimentaire, valorisation des composants des végétaux. Nous nous inscrivons également dans une problématique sociétale grandissante autour des questions de la santé publique, de l'écologie, de la préservation de la biodiversité et du développement durable. La mise en place de la directive européenne Reach marque un changement de paradigme qui vise à prouver l'innocuité des substances que les entreprises mettent sur le marché. Désormais acquis, ce principe fait l'objet d'une forte attente sociétale et va s'élargir à de plus en plus de produits issus de la chimie, et s'appliquer à tout leur cycle de vie.

L'idée d'un pôle national en toxicologie et écotoxicologie est une initiative qui résulte du Grenelle de l'environnement. Toutefois, c'est un projet que nous avions anticipé et sur lequel nous nous étions positionnés il y a deux ou trois ans, notamment en participant au développement du réseau ANTIOPES. Aujourd'hui, tout est réuni pour la viabilité du projet. Qu'il s'agisse de l'UTC, de l'INERIS ou de l'Institut Polytechnique Lasalle Beauvais (les trois principaux partenaires scientifiques du pôle), on constate un réel positionnement au service des industriels. Une bonne partie du réseau est déjà formée avec le pôle de compétitivité et les pouvoirs publics sont disposés et prêts à s'investir concrètement - et financièrement - dans une politique de développement durable. Notre démarche est pleinement soutenue par les collectivités, et notamment par la région Picardie qui nous apporte une légitimité politique et programmatique.

Quels sont les objectifs de ce nouveau pôle ?

Notre objectif est d'être capable d'apporter un soutien opérationnel aux industriels, mais aussi d'apporter des éléments de veille et de caractérisation des produits et de leur cycle de vie et de pouvoir les communiquer aux pouvoirs publics et à la société tout entière. Ce qui veut dire que dans tel domaine et pour tel matériau, on soit capable d'évaluer clairement les risques de toxicité sur l'environnement et la santé, et qu'on soit aussi capable d'étudier, d'expérimenter et de développer en amont les voies industrielles les moins risquées. L'objectif du pôle est clairement d'être visible à l'échelle internationale. Notre but avoué est de contribuer à conférer à nos industriels des leviers de compétitivité complémentaires en travaillant sur la mise en conformité de leurs produits et process de fabrication.

Quelles en seront les priorités ?

Le défi à relever est immense. En matière de recherche, il s'avère nécessaire de développer de nouveaux outils, de nouvelles méthodologies, voire de nouveaux concepts qui permettent de mieux intégrer la directive Reach. Nous ne pourrons y arriver qu'en rassemblant les acteurs de la toxicologie au sens large avec les acteurs de la recherche de nouveaux procédés. Ces nouvelles activités irrigueront de nouvelles formations, notamment d'ingénieurs et de techniciens, qui seront dotés de fortes capacités d'initiatives. Pour rappel, nous formons à l'UTC entre 700 et 800 ingénieurs par an. Déjà positionnés sur ces créneaux, nous projetons de cibler encore mieux, dans les domaines concernés, nos programmes de formation pour répondre au plus près aux futurs besoins.

En cherchant à rassembler tous les acteurs, ne craignez-vous pas de doublonner les missions ?

Au contraire. Nous jouons la synergie. Il existe une grande complémentarité entre nos domaines de compétences respectifs. Par exemple, à l'UTC, nous avons développé une expertise reconnue en matière de génie des procédés, laquelle adresse deux problématiques principales : l'innocuité des principes actifs et le traitement des déchets générés par les process. Pour y répondre, nous avons besoin de l'ensemble des talents existants dans la région : chimistes, spécialistes des procédés, biologistes, épidémiologistes, spécialistes en modélisation mathématique, etc. L'organisation de la recherche ne sera pas la seule à être transformée. On devrait également assister à la naissance de nouvelles entreprises sur de nouveaux objets. C'est pourquoi nous mettons aussi en place un dispositif de création d'activités. Un accord cadre a été signé dans ce sens entre les principaux établissements acteurs du pôle. Il va falloir maintenant avancer sur les devoirs et les attentes de chacun des partenaires.

Qu'attendez-vous de la participation d'un établissement public tel que l'INERIS ?

Nous sommes partis d'un constat global. Aujourd'hui, tout s'accélère. Les cycles de développement des innovations ont été considérablement réduits ces dernières années. Nous avons besoin de démultiplier nos capacités de conception et de tests en mettant les équipes en synergie, à travers de véritables plateformes de recherche, je dirais même en créant des « écosystèmes » d'équipes de recherches et de développements technologiques. Nous avons besoin de l'expertise publique pour qu'elle intervienne en support aux contraintes nouvelles qui s'appliquent dans l'industrie. L'INERIS est l'organisme national en charge des risques industriels et de la sécurité. C'est un établissement pivot en matière de connaissances des entreprises et de leurs problématiques vis-à-vis des nouvelles législations. Il est d'une certaine manière un « juge de paix qui qualifie ». De notre côté, nous formons des ingénieurs, nous avons une activité de recherche très significative couvrant les domaines de l'ingéniérie, et nous avons une vocation – historique – de stimulation de l'entreprenariat. Ce potentiel global nous confère donc tous les atouts pour répondre aujourd'hui ensemble à ces ambitions.



Publication de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. Parc technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. Directeur de la publication : Vincent Laflèche. Directrice de la rédaction : Ginette Vastel. Informations : Estelle Richet. Tél. : 03 44 55 64 38. Conception et réalisation : Verbe. Chef de projet : R. Béras. Photos • couverture : fumée industrielle, EyeWire, Inc. Toute reproduction, même partielle, des textes et des documents parus dans le présent numéro est soumise à l'autorisation préalable de la rédaction. Imprimé sur Symbol Freelife sans chlore issu de forêts gérées durablement et de papier recyclé. ISSN 1633-0005